

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE

PAR
RAMI CHAIBI

LES EXIGENCES PHYSIQUES CHEZ LES ENSEIGNANTS D'ÉDUCATION
PHYSIQUE AU QUÉBEC

OCTOBRE 2009

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

Résumé

Il semble que dans la population, le métier d'éducateur physique est perçu comme un métier de rêve, avec travail en plein air et animation d'activités sportives avec des enfants dans des conditions toujours favorables pour la santé. Mais bien que ce métier reste très enviable, il présente des exigences physiques et psychologiques. Bien qu'actuellement, peu d'études se soient attardées sur l'aspect physique, il a été suggéré dans une étude suédoise que la tâche d'éducateur physique est de plus loin la plus exigeante dans le domaine de l'enseignement au point de vue de la dépense énergétique (DÉ) (Sandmark et al., 1999).

Notre recherche vise à étudier la dépense énergétique (DÉ) des éducateurs physiques en fonction des niveaux d'enseignement. Vingt éducateurs physiques des trois secteurs d'enseignement (primaire, secondaire et collégial) ont participé à l'étude. Leur participation impliquait d'abord une visite en laboratoire où la relation entre leur fréquence cardiaque (F_c) et leur consommation d'oxygène (VO_2) a été mesurée pour estimer la DÉ d'un poste ou d'une tâche de travail. En déterminant cette relation en laboratoire sous forme d'une équation de régression, il est ensuite relativement facile et peu coûteux de mesurer sur le terrain la fréquence cardiaque et de déduire, par interpolation, la valeur de la consommation d'oxygène. Lors de la même séance au laboratoire, les tests d'aptitudes physiques de la Société Canadienne de physiologie de l'exercice (SCPE), ont été administrés afin de déterminer la condition physique des sujets. Par la suite, les participants ont porté une montre cardiofréquencemètre durant une journée de travail pour estimer la consommation d'oxygène par interpolation. En même temps, un accéléromètre a été porté à la ceinture pour mesurer la quantité de mouvements effectués durant la même période.

Bien que les différences ne soient pas significatives, les enseignants d'éducation physique aux niveaux collégial et secondaire avaient tendance à avoir les dépenses énergétiques les plus élevées. À titre d'exemple, au collégial, les enseignants ont travaillé pendant 87 min ou 26% du temps de travail d'une journée type à 45.48% VO_{2max} ; au secondaire pendant 70 min ou 21.25% du temps de travail à 34.15% VO_{2max} , alors qu'au primaire il s'agissait de 27.06% VO_{2max} pendant 16.29% (54 min) du temps total au travail. Cependant, bien que la DÉ semble différente selon les niveaux d'enseignement dans nos résultats, on peut observer qu'elle varie beaucoup plus en fonction des activités enseignées qu'entre chaque niveau scolaire. Ces résultats indiquent qu'enseigner l'éducation physique est une tâche exigeante physiquement. Par contre, une étude plus approfondie au niveau de l'analyse de la DÉ en fonction des tâches spécifiques plus détaillées permettrait d'améliorer les connaissances sur l'exigence physique de cette spécialité de l'enseignement.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon superviseur, Monsieur François Trudeau, avec qui j'ai eu le plaisir de partager ses connaissances tout au long de mon cheminement universitaire à l'UQTR. Je lui dis Merci pour sa patience, son encouragement et son ouverture.

Je remercie également Monsieur Louis Laurencelle pour sa disponibilité et son aide.

Ce projet n'aurait pu être réalisé sans l'aide de l'IRSST qui a contribué au financement de cette étude et qui a permis d'entreprendre un pas vers l'avant en ce qui concerne le domaine de la santé et la sécurité au travail chez les enseignants.

Je désire également adresser des remerciements à Simon Bergeron Vaillancourt et Richard Larouche, étudiants à la maîtrise, pour leur aide précieuse lors de l'expérimentation et l'analyse des données.

Finalement mes sincères remerciements à ma famille et mes amis, surtout à mes parents et ma femme Angham, auxquels j'offre ce travail en reconnaissance de leurs efforts et soutiens apportés tout au long de mes études.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ	ii
REMERCIEMENTS	iv
TABLE DES MATIERES	v
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES.....	ix
CHAPITRE I. RECENSION DES ÉCRITS	
Introduction	1
Problématique	2
Recension des écrits :	3
1-La tâche d'ÉP est une charge de travail exigeante.....	3
1.1 Les composantes de l'exigence physique de la tâche d'ÉP	3
1.2 Les contraintes biomécaniques	5
1.3 Perception de l'effort et demandes cardiovasculaires	6
2- La tâche d'ÉP cause des blessures	7
3- Charge de travail des ÉP des niveaux primaire, secondaire et collégial ...	9
Question de recherche	10
CHAPITRE II. MÉTHODOLOGIE	11
1- Participants	11
2- Descriptions des tests et des mesures	11
2.1 Mesure de la consommation d'oxygène	12

2.2 Mesure de la fréquence cardiaque	14
2.3 Pression artérielle de repos	15
2.4 Mesures anthropométriques	15
2.5 Accélérométrie.....	15
2.6 Analyses statistiques	16
CHAPITRE III. RÉSULTATS	17
1) Données descriptives au laboratoire	17
A. Caractéristiques des participants	17
B. Mesures du VO_{2max} et de la FC max au laboratoire	20
2) Données descriptives sur le terrain	22
A. Fréquence cardiaque sur le terrain	22
B. Mesures du VO_2 sur terrain	24
C. Mesures de comptes de mouvement sur terrain	25
D. Coût énergétique en pourcentage de VO_{2max} et kcal/min.	28
CHAPITRE IV. DISCUSSION	32
1- Condition physique des éducateurs physiques	32
2- Age et expérience	34
3- La DÉ (absolue vs relative) selon les niveaux d'enseignement.....	34
4- La DÉ sur le terrain	39
5- Comptes de mouvements sur terrain (CMP).....	41
Limitations de l'étude	42
Recommandations	43
Conclusion	45

Références	48
Annexes A : Données anthropométriques.....	53
Annexes B : Comptes de mouvements et fréquences cardiaques selon les périodes de travail.....	54
Annexes C : Données physiologiques au travail	55
Annexe D : Données sur le VO_{2max}	56
Annexes E : Pourcentage travaillé à des $Fc > 100$ bpm	57

LISTE DES TABLEAUX

	Page
1- Exposition de la charge physique durant le travail	5
2- Causes de lésions selon les niveaux d'enseignement	8
3- Fréquence des lésions selon les niveaux d'enseignement	9
4- Nombre de participants selon les niveaux d'enseignement	11
5- Protocole de la mesure de la consommation d'oxygène	13
6- Données anthropométriques des participants	18
7- Aptitudes musculosquelettiques selon l'âge	20
8- Mesures de puissance aérobie maximale au laboratoire	21
9- Valeurs de la fréquence cardiaque sur le terrain:	23
10- Valeurs de la consommation d'oxygène sur le terrain	25
11- Les valeurs des comptes de mouvement (CMP) sur le terrain	26
12- Valeurs des pourcentages de coûts énergétiques reliés au travail	29
13- Estimation de la variation du coût énergétique durant la journée de travail	30
14-. Classifications des coûts énergétiques au travail	31
15- Normes de consommation maximale d'oxygène.....	33
16- Classification des niveaux d'activité industrielle.....	38
17- DÉ pour différentes professions (watts et kcal).....	38

LISTE DES FIGURES

Figures	Page
1. Âge et expérience des participants selon les niveaux d'enseignement	19
2. $\text{VO}_{2\text{max}}$ et fréquence cardiaque maximale mesurées au laboratoire	22
3. Valeurs moyennes de la fréquence cardiaque pendant la journée de travail	24
4. Consommation d'oxygène (VO_2) moyenne sur le terrain	26
5. Compte de mouvements (CMP) selon les niveaux d'enseignement	27
6. Comptes de mouvements selon les périodes de travail	28
7. Valeurs moyennes de DÉ en pourcentage du $\text{VO}_{2\text{max}}$ par extrapolation	31

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

Cette étude s'intéresse particulièrement à l'influence de la sphère occupationnelle sur la santé au travail des éducateurs physiques (ÉP). Elle cherche plus précisément à documenter les demandes physiques liées à cette occupation.

Comme il a été démontré dans une étude antérieure (Sandmark, Wiktorin, Hogstedt, Klenell-Hatschek et Vingard 1999), l'éducateur physique exerce une tâche exigeante. En effet, l'éducation physique est la discipline du domaine de l'enseignement qui exige probablement la plus grande dépense énergétique (DÉ). Ceci peut s'expliquer par des tâches particulières telles que la marche ou la course sur de longues distances, le soutien des élèves lors de la gymnastique au sol ou sur appareils, des efforts excessifs ou des contractions excentriques lors de l'amortissement des chutes des élèves, et des fréquences cardiaques pouvant atteindre 150 bpm, etc.

En fait, les exigences inhérentes à la carrière d'éducateur physique se comparent, selon une étude suédoise, à celles des travailleurs forestiers, agricoles ou de la construction (Skiöld 1999). Ces exigences physiques pourraient expliquer un taux plus élevé de problèmes musculosquelettiques chez ces enseignants que dans la population générale, malgré une condition physique supérieure (Lemoyne, Laurencelle, Lirette et Trudeau 2007).

Un autre indice de la charge de travail est la perception de l'effort dans la tâche d'éducateur physique par les enseignants eux-mêmes. Dans la même étude de Lemoyne et al. (2007), la perception de la lourdeur de la tâche est classifiée selon une échelle de 1 à 5 (1= faible, 5 = très dur), et elle se situe à $2,99 \pm 1,29$ pour le niveau primaire, $3,27 \pm 1,11$, au niveau secondaire et $3,41 \pm 1,14$ au niveau collégial.

Problématique :

Les éducateurs physiques sont appelés à exécuter des tâches différentes selon le niveau d'enseignement et donc en fonction de l'âge des élèves ainsi que des types d'activité qu'ils pratiquent (Shimaoka, Hiruta, Ono, Nonaka, Hjelm, Hagberg 1998). Le travail d'éducateur physique requiert une modification constante de la position de travail et l'exécution d'un nombre élevé de certains mouvements de flexion ou torsion du tronc ou des genoux à plusieurs reprises. Bien que certaines tâches paraissent parfois faciles pour les enseignants d'ÉP, le nombre de répétitions par jour ou par séance d'enseignement peut rendre ces tâches plus exigeantes sur le plan physique et physiologique, pouvant ainsi causer certaines complications traumatologiques.

La problématique est que l'on ne connaît pas s'il existe une différence de DÉ chez les enseignants exerçant à des niveaux scolaires différents. Le thème principal de cette étude portera donc sur la DÉ de la tâche de l'éducateur physique dans le milieu de travail en relation avec sa condition physique déterminée par des tests de laboratoire.

Recension des écrits

1-Le travail d'ÉP comporte une charge de travail exigeante

Il est décrit dans l'article de Sandmark (1999) que la charge de travail chez les enseignants en ÉP est une charge exigeante. Ceci a été observé chez les enseignants suédois en ÉP rapportant un taux élevé de dysfonctionnements et de blessures du système musculosquelettique suite à la tâche qu'ils exercent. Très peu d'entre eux déclaraient pouvoir exercer activement leur profession jusqu'à l'âge de la retraite. La charge physique élevée est associée à la manutention du matériel ou au soutien de la charge des élèves, des positions contraintes, des mouvements brusques et répétitifs (Balogh, Orbaek, Ohlsson, Nordander, Unge, Winkel et Hansson 2004).

La DÉ comparative chez les enseignants d'ÉP selon les trois niveaux d'enseignement primaire, secondaire et collégial n'est pas encore déterminée.

1.1 Les composantes de l'exigence physique de la tâche d'ÉP

Une des principales caractéristiques de ce métier est le fait d'être soit en mouvement, soit debout et stationnaire (ou statique) pour une longue durée de la journée. En effet, tel que montré au tableau 1, le temps mesuré en station assise lors d'une journée est en moyenne de seulement 24 min (Sandmark et al.1999). Dans une autre étude (Vaz et Bharathi 2004), le temps passé en station assise par des enseignants en classe est de 184 ± 79 min par jour et en station debout de 170 ± 99 min. Pour les éducateurs physiques, la moyenne de la distance marchée pour une journée de travail a été établie à 4,956 km, mais il y avait un haut degré de variation entre les individus

(Sandmark et al. 1999). Les distances marchées les plus longues étaient constatées lors de pratiques extérieures et quand l'enseignant participait à des exercices. Le temps passé dans des positions à risque, telles la flexion des genoux et l'inclinaison du tronc (surtout en soutenant des étudiants en passage sur les appareils gymniques), était de 3 à 32 min. Ces valeurs varient considérablement selon le niveau d'enseignement (Sandmark et al. 1999).

Dans l'étude de Vaz et Bharathi (2004), le temps passé à marcher était de 67 ± 50 min et de près de 30 minutes en activités plus exigeantes que la marche (course, sauts). Il arrive parfois que des enseignants restent debout toute la durée de la séance ou durant la plus grande partie de la journée de travail.

Tableau 1. Exposition de la charge physique durant le travail. Fréquence et durée des mouvements, postures et levées de charges dans le groupe d'étude pendant le jour d'enregistrement (Traduit de Sandmark et al. 1999)

Exposition	Moyenne	Intervalle
Assis		
% / jour	8	0-65
Minute /jour	24	0-136
Sauts		
Nombre/jour	29	0-339
Nombre/heure	6	0-78
Flexion du genou 30°-90°		
Nbre/jour	74	14-236
Nbre/heure	13	3-76
Flexion du genou >90°		
Nombre/jour	46	5-186
Nombre/heure	9	0-58
Distance de marche		
mètre/jour	4956	742-10525
mètre/heure	843	242-1460
Les levées de charge		
1-5 kg (nbre/j)	4	0-20
5-10 kg (nbre/j)	3	0-22
11-15 kg (nbre/j)	0*	0-13
16-20 kg (nbre/j)	0*	0-25
>20 kg(nbre/j)	2	0-150

1.2 Les contraintes biomécaniques

Un enseignant en ÉP est toujours exposé à la manutention de charge : porter et soulever du matériel et parfois même des élèves. Cela est très fréquent surtout lors d'une séance de gymnastique où l'enseignant est contraint de soulever ou de soutenir une charge dépassant 20 kg, tout en soutenant les élèves pendant un passage d'agrès (Sandmark et al. 1999). Les levées de charge de plus de 20 kg rendent la tâche considérablement plus lourde pour les enseignants : c'est ce qu'ils décrivent comme étant

la tâche la plus exigeante et dynamique de leur métier. Lors du soutien ou des parades à la gymnastique, ils doivent soulever les élèves alors qu'ils se maintiennent dans des positions inconfortables et difficiles. Par exemple, quand les élèves font une course d'élan, avant de faire un salto, les ÉP sont ainsi exposés aux forces horizontales (de cisaillement) supplémentaires. Ceci génère des forces dynamiques ultra-rapides pouvant occasionner une charge mécanique importante et soudaine, ce qui augmente le risque d'accidents musculosquelettiques.

1.3 La perception de l'effort et les demandes cardiovasculaires

Un indice pour déterminer si une tâche ou une activité est exigeante est la mesure de la fréquence cardiaque. Or, des mesures ont été faites chez les enseignants d'ÉP indiquant une moyenne de fréquence cardiaque supérieure à 100 bpm pendant 42% du temps inscrit pour la journée de travail chez les femmes et pendant 25% du temps chez les hommes (Sandmark 1999). Les activités où on trouve les plus hautes sollicitations du système circulatoire sont les exercices d'échauffement, l'aérobic, la danse et l'entraînement par circuit. Dans ces activités, les enseignants participent partiellement et aident les étudiants en utilisant des démonstrations. La participation à l'échauffement, à l'aérobic ou au soutien des étudiants dans le cadre du cours de gymnastique marque des sommets de fréquence cardiaque de 150 battements ou plus par minute (Sandmark 1999). La fréquence cardiaque présente plusieurs inconvénients comme indice de la DÉ.

La perception subjective de l'intensité de travail avec par exemple l'échelle de Borg constitue une autre méthode employée pour évaluer la lourdeur de la tâche et la

perception de l'effort. Les femmes perçoivent leur tâche comme très difficile par rapport aux hommes qui la considèrent comme moyennement difficile. Généralement, les enseignants donnaient une indication d'une sous-estimation des demandes cardiovasculaires, alors que presque tous les jours il y avait des fréquences cardiaques pouvant atteindre des valeurs de 150 bpm lors d'activités physiques intenses. Or, des sommets identiques ont été trouvés dans des études précédentes chez les participants travaillant dans la construction, dans l'industrie du fer et de l'acier, dans des chantiers navals ou dans secteurs du domaine de l'industrie (Sandmark et al. 1999).

Il est à signaler qu'en plus de la charge physique, le stress et la tension psychologique jouent un rôle dans l'augmentation de la fréquence cardiaque (Kilbom 1971; Theorell, Harms-Ringdahl, Ahlberg-Hulten, Westin 1991).

2- La tâche d'ÉP cause des blessures

Outre la grande dépense d'énergie et les demandes physiques, les taux élevés de blessures de tous ordres mettent en évidence la lourdeur de la tâche de l'éducateur physique. Les activités pédagogiques comme la gymnastique ou l'escalade nécessitent une présence physique et psychologique de l'enseignant afin d'assurer la sécurité et l'apprentissage des jeunes (en empêchant les chutes par exemple). Les autres mouvements pouvant potentiellement mettre les enseignants en danger sont les sauts sur la piste ou le terrain de jeu, les démonstrations de compétences souvent sans échauffement préalable adéquat, les mouvements répétitifs des lancers de balles pour la pratique d'entraînement du basket-ball ou de volley et, pour finir, les environnements

bruyants (par ex. le gymnase) surchargeant la tension psychologique (Lemoyne et al. 2007).

Les enseignants les plus âgés et les plus expérimentés ont un taux plus élevé de lésions chroniques (Lemoyne et al. 2007). Hélène Sandmark, a conclu dans son étude que les enseignants d'ÉP développent à un âge plus précoce l'ostéoarthrite des genoux autant chez les hommes que chez les femmes (Sandmark 2000). Un facteur dominant est la charge physique lors d'enseignements et des mouvements répétés comme les flexions de genoux, les levées de charge, la manutention des matériels, etc.

Tableau 2. Causes de lésions selon les niveaux d'enseignement (Traduit de Lemoyne et al. 2007)

Niveau	Enseignement	Démonstration	Sur utilisation	Collision	Déplacements d'objet	Sport et loisirs
Primaire	27	2	3	0	3	6
Secondaire	32	3	2	6	1	14
Collège	21	8	1	0	0	13

Tableau 3. Fréquence des lésions selon les niveaux d'enseignement (Traduit de Lemoyne et al. 2007)

Fréquence et nombre de lésions récentes								
Nombre de lésions	Nombre d'ÉP	Hommes	Femmes	Primaire	Secondaire	Collège	Autres ¹	Classes ²
0	196	147	49	70	58	53	5	17
1	66	45	21	26	4	15	1	2
2	27	24	3	8	24	5	0	0
3	18	11	7	1	14	11	2	0
4	6	4	2	2	3	1	0	0
5 +	1	0	1	0	0	1	0	0
*Nb're total de lésions	205	124	63	53	76	69	7	2
*Lésions liées à des activités de loisir	33	24	9	8	15	10	0	0
*Taux de lésions au travail	0,55	0,51	0,65	0,42	0,54	0,69	0,87	0,11

¹Autres : entraîneurs scolaires; ²Classes : enseignants titulaires de classe

3- Mesure de la charge de travail des ÉP des niveaux primaire, secondaire et collégial.

À part celle de Sandmark et al. (1999), aucune étude portant sur les exigences physiques de l'enseignement de l'ÉP n'a été effectuée. Quant à la différenciation de la DÉ selon les niveaux d'enseignement, aucune donnée n'est disponible dans la littérature. Pourtant, le niveau d'enseignement semble jouer un rôle dans le taux de lésions chroniques, en particulier pour les blessures des enseignants de collège (Lemoyne et al. 2007). Sandmark (2000) a observé que les enseignants des élèves de 16 à 19 ans dépensent beaucoup plus d'énergie et ont tendance à davantage souffrir de dysfonctionnements musculosquelettiques que ceux qui enseignent aux élèves de 7 à 16 ans.

Question de recherche :

Selon des études citées précédemment, la tâche d'éducateur physique peut demander beaucoup d'engagement physique et une forte dépense énergétique (DÉ). De plus, alors que la perception de l'exigence de la charge de travail est plus élevée chez les éducateurs physiques du primaire, les blessures sont plus fréquentes chez ceux du collégial et secondaire (Lemoyne et al. 2007). Ce projet descriptif vise donc à vérifier si la DÉ est plus élevée dans l'un ou l'autre des niveaux d'enseignement.

CHAPITRE 2

MÉTHODOLOGIE

1. Participants:

Dans cette étude, les participants viennent du niveau secondaire (avec 8 participants dont 2 femmes), suivi du niveau primaire (avec 7 participants, tous des hommes) et enfin le niveau collégial (avec 5 participants, dont 2 femmes) (Tableau 4).

Tableau 4. Nombre de participants selon les niveaux d'enseignement

Niveau d'enseignement		
Primaire	Secondaire	Collégial
7 (tous hommes)	8 (6 hommes et 2 femmes)	5 (3 hommes et 2 femmes)

Le projet avait reçu au préalable l'aval du Comité de déontologie de la recherche humaine de l'Université du Québec à Trois-Rivières, qui a émis un certificat d'approbation pour cette étude. Chaque participant a participé à l'étude suite à son plein consentement libre et éclairé.

2. Description des tests et des mesures

Chaque participant s'est présenté une fois au laboratoire. Lors de cette séance, un examen préliminaire et une stratification du risque ont été effectués à l'aide des procédures de la Société Canadienne de Physiologie de l'Exercice (SCPE, 2003). Ces

procédures comprennent des tests de la condition physique et des mesures anthropométriques. Ces tests incluaient aussi la mesure de la consommation maximale d'oxygène lors d'un test progressif sur tapis roulant. Ensuite, la droite de régression VO_2 / Fc a été établie pour chaque participant, servant à calibrer l'estimation de la DÉ. L'éducateur physique a identifié une journée de travail qu'il qualifiait comme journée type d'enseignement avec un minimum de 2 périodes selon le type d'activité enseignée. Lors de cette journée de travail, l'enseignant a porté une montre cardiofréquencemètre à mémoire et un accéléromètre pour enregistrer les comptes de mouvements.

2.1 Mesure de la consommation maximale d'oxygène $\text{VO}_{2\text{max}}$

Un test de $\text{VO}_{2\text{max}}$ sur tapis roulant a été administré aux participants afin de connaître leur puissance maximale aérobie et de constituer la relation VO_2 / Fc . Lors de la présence au laboratoire, les participants ont passé un test progressif maximal sur tapis roulant (Tableau 5) au cours duquel la fréquence cardiaque et la consommation d'oxygène ont été mesurées, ceci afin de déterminer la relation VO_2 / Fc . Les gaz expirés ont été analysés avec un analyseur métabolique Vacumed Gas Analyser (Ventura, CA) et afin de mesurer la consommation d'oxygène. L'appareil a été étalonné avant chaque utilisation. Par la suite, l'appareil a été remplacé par un dispositif d'analyseur de gaz Moxus (AEI Technologies). Par contre, les mêmes procédures ont été utilisées en ce qui concerne le calibrage et le protocole du test.

La valeur obtenue de la consommation d'oxygène en litre d'oxygène a été convertie en kilocalories pour comparer la dépense énergétique à d'autres métiers : 1 l O_2 /min correspond à 4,9 kcal (Stølen et al. 2005).

Les critères d'atteinte de VO_{2max} étaient : 1) une fréquence cardiaque proche de la fréquence cardiaque maximale Fc_{max} réelle ou théorique de 220 bpm-âge et 2) un quotient respiratoire supérieur ou égal à 1,05 (Cazorla et al. 1984). Sinon on parlera d'un VO_{2peak} .

Tableau 5. Protocole de la mesure de la consommation d'oxygène sur tapis roulant

Palier	Temps cumulatif	Vitesse	Pente
1	2min	8 km/h	1%
2	4min	10 km/h	1%
3	6min	12 km/h	1%
4	8min	13 km/h	2%
5	10min	14 km/h	2%
6	12min	15 km/h	2%
7	14min	16 km/h	2%
8	16min	17 km/h	2%
9	18min	18 km/h	2%

2.2 Mesure de la fréquence cardiaque

Au début de la séance au laboratoire, une mesure de la fréquence cardiaque au repos a été prise (après 5 à 10 min en position assise) : le but était de s'assurer qu'elle se situait sous 100 bpm afin de continuer les mesures (SCPE, 2003) et la comparer à la fréquence cardiaque au repos sur le terrain. Durant le test aérobie sur tapis roulant, la fréquence cardiaque a été enregistrée à l'aide d'une ceinture de transmission Polar couplée à un récepteur branché au système d'acquisition de données (Polar S810i, Polar Electro Oy, Finlande).

Sur le terrain, les mesures de la fréquence cardiaque, prises à chaque minute, ont plutôt été compilées et classées par intervalles de 5 bpm. La médiane de ces intervalles a servi de valeur X dans les équations de prédiction élaborées grâce aux tests d'aptitudes aérobie.

En pourcentage, la fréquence cardiaque augmente plus que la consommation d'oxygène, ce qui a potentiellement fait varier la pente de la droite de régression, chez certains enseignants ; les équations de régression linéaire, polynomiale et exponentielle ont été utilisées pour cerner et corriger l'erreur d'estimation. Pour les valeurs minimales et de repos, la mesure standard au laboratoire du métabolisme de repos a été à 3,5ml/kg/min ; pour la fréquence cardiaque de repos au laboratoire, les valeurs au repos sur terrain ont été reprises.

2.3 Pression artérielle de repos

Au début de la séance, la pression artérielle a été mesurée à l'aide d'un sphygmomanomètre (Tycos Health-o-meter, USA) afin de s'assurer qu'elle était sous 145/95 mm Hg. Dans le cas contraire, nous aurions arrêté notre évaluation et recommandé une rencontre avec un médecin.

2.4 Mesures anthropométriques

Les mesures anthropométriques ont été réalisées selon les directives de la SCPE (2003). Le poids des participants a été mesuré avec une balance à fléau (Detectomedic, Detecto Scales Inc. Brooklyn, N.Y., USA). Les participants se tenaient debout et immobiles au centre de la plate-forme de la balance. Le poids a été enregistré aux 100g près. Un stadiomètre a été utilisé pour mesurer la taille des participants (Health-o-meter, Bridgeview, IL). Un ruban à mesurer d'une longueur de 150 cm a été utilisé pour faire la mesure du tour de taille des participants. Finalement, les mesures de plis cutanés ont été prises sur le côté droit du corps avec une pince de type Harpenden (John Bull, Angleterre) et la pression artérielle a été prise sur le côté gauche, suivant la méthode suggérée par la SCEP (2003).

2.5 Accélérométrie

Les participants ont porté un accéléromètre à la ceinture en même temps que la montre cardiofréquencemètre (Actigraph, MTI Health, Health Services) durant la journée de travail afin d'estimer la quantité de mouvements effectués durant une

période donnée (Washburn, Cook et Laporte 1998). Les résultats ont été exprimés en comptes de mouvements par minute (CPM).

3. Analyses statistiques

Les données sont exprimées sous forme de moyennes \pm écarts-types ($M \pm ET$). Les différences entre les moyennes de la consommation d'oxygène, de la DÉ et des comptes de mouvements obtenus selon les niveaux d'enseignement sont étudiées par des analyses de variance. Les résultats sont considérés comme statistiquement significatifs si $P < 0,05$. Les résultats ont été analysés à l'aide du logiciel statistique SPSS 16 (version française).

CHAPITRE 3

RÉSULTATS

Ce chapitre sera subdivisé en deux parties afin de mieux cerner l'impact de la charge de travail des éducateurs physiques sur la dépense énergétique. La première partie traitera des données descriptives au laboratoire, la deuxième décrira les données descriptives sur terrain.

1 Données descriptives au laboratoire:

A. Caractéristiques des participants:

Premièrement, dans notre échantillon final, nous avons peu de femmes aux niveaux primaire et secondaire, alors qu'on observe une proportion assez équilibrée au niveau collégial (2 sujets sur 5). Ces résultats sont en accord avec ceux de l'étude de Lemoyne et al. (2007) rapportant une proportion des femmes assez faible dans les secteurs primaire et secondaire. Deuxièmement, en ce qui concerne l'âge, les participants présentent une différence d'âge remarquable selon les niveaux d'enseignement. Le tableau 6 montre une moyenne d'âge et un écart-type plus élevés chez les enseignants du primaire ($39,57 \pm 12,69$ ans), suivis de ceux du collégial ($37,40 \pm 6,19$ ans) et finalement ceux du secondaire qui sont en moyenne les plus jeunes avec ($30,88 \pm 4,73$ ans). Les moyennes d'âge intragroupe varient d'un niveau à un autre, on remarque que les enseignants de niveau secondaire étaient plus jeunes et homogènes que ceux de niveaux collégial et primaire, le secteur primaire présentant les enseignants

les plus âgés et les plus expérimentés. (Tableau 6). Cependant, la différence inter-groupe n'était pas significative ($F=2,033$, ddl = 2 et 17; n.s.).

Pour ce qui est de l'expérience, il y a une différence qui approche du seuil de significativité entre les trois niveaux d'enseignement ($F=3,408$, ddl = 2 et 17, $p = 0,057$). On remarque une différence intragroupe dans l'expérience de travail pour le niveau primaire ($17 \pm 13,6$ ans). Par contre, le niveau collégial avait une certaine

Tableau 6: Données anthropométriques des participants

	Sexe/Niveau	Primaire	Secondaire	Collégial	p*
Age	Ans	39,6 \pm 12,7	30,9 \pm 4,7	37,4 \pm 6,2	0,162 n.s.
Expérience	Ans	17,0 \pm 13,6	5,1 \pm 3,1	9,4 \pm 6,1	0,057 \approx s
Sexe		7 H	6 H 2 F	3 H 2 F	3,125 n.s.
Taille (cm)	H	175,4 \pm 7,6	176,2 \pm 9,4	179,3 \pm 5	-
	F	-	167,8 \pm 1,1	167 \pm 2,1	-
	Moyenne	175,4 \pm 7,6	173,8 \pm 8,7	174,4 \pm 7,7	0,752 n.s.
Poids (kg)	H	76,3 \pm 9,8	85,2 \pm 7,4	88,3 \pm 10,2	-
	F	-	72,9 \pm 7,4	66,8 \pm 4,6	-
	Moyenne	76,3 \pm 9,8	80 \pm 9,6	79,7 \pm 14	0,783 n.s.
CT (cm)	H	83,5 \pm 6,3	91,2 \pm 6,1	95 \pm 6,5	-
	F	-	82,8 \pm 3,9	89,3 \pm 13,8	-
	Moyenne	83,5 \pm 6,3	88,8 \pm 6,6	92,7 \pm 8,9	0,104 n.s.
S5 Plis (mm)	H	35,3 \pm 5,9	44 \pm 18,5	46 \pm 8,9	-
	F	-	63,7 \pm 14	58,1 \pm 0,5	-
	Moyenne	35,3 \pm 5,9	48,9 \pm 18,9	50,8 \pm 9,1	0,099 n.s.

CT = circonférence de la taille, S = somme, H = Homme, F = Femme. P = seuil de significativité

homogénéité dans l'expérience de travail ($9,40 \pm 6,11$ ans), illustrée par la figure 1. On observe aussi des mesures de la circonférence de la taille, du poids et de la somme des plis cutanés moins élevés chez les enseignants du primaire (Tableau 6).

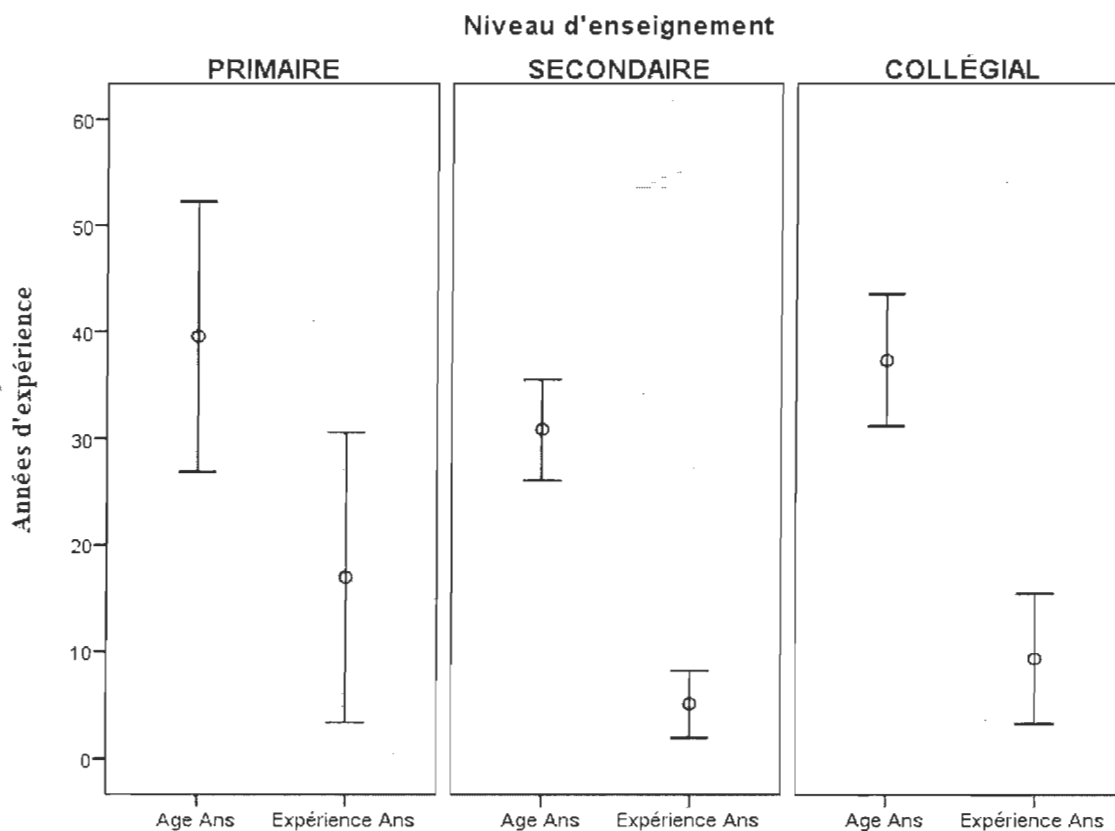


Figure 1 : Âge et expérience des participants selon les niveaux d'enseignement ($X \pm ET$).

Les mesures de l'aptitude musculosquelettique confirment une bonne capacité musculosquelettique dans l'ensemble pour tous les participants, selon les normes établies par la SCPE (Tableau 7).

Tableau 7 : Aptitudes musculosquelettiques selon l'âge et le sexe des participants

Niveau	Âge/sexe	Aptitudes musculosquelettiques		
		Somme de force préhension (kg)	Saut vertical (cm)	Extension dos (s)
Primaire 7 sujets * Normes SCPE	Homme 39,6 ±12,7	94,5 ±3,5 Bien	51 ±9,1 Très bien	131,7 ±36 Très bien
Secondaire 6 sujets	Homme 32 ±4,9	81,4 ±17,1 Acceptable	44,3 ±5,4 Bien	126 ±22,8 Très bien
Secondaire 2 sujets * Normes SCPE	Femme 27,5 ±2,1	57,8 ±11,7 Bien	38 ±0,7 Excellent	137,5 ±45,9 Très bien
Collégial 3 sujets * Normes SCPE	Homme 40 ±4,6	92,7 ±16,8 Bien	40,3 ±8,8 Très bien	155,3 ±39,3 Excellent
Collégial 2 sujets * Normes SCPE	Femme 33,5 ±4,6	67,5 ±16,8 Très bien	33,5 ±8,8 Très bien	180 ±39,3 Excellent

- Normes et catégories de bénéfices-santé, selon le groupe d'âge (SCPE 2003)

B. Mesures du VO_{2max} et Fc_{max} au laboratoire

D'après les résultats au tableau 8, lorsqu'on observe les moyennes chez les hommes, il est à remarquer que le groupe qui présente la puissance maximale aérobie la plus élevée est le groupe collégial ($48,80 \pm 8,24 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), talonné de très près par les participants du niveau secondaire ($47,43 \pm 5,44 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) et enfin ceux du primaire ($44,34 \pm 7,85 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$).

Tableau 8. Mesures de puissance aérobie maximale au laboratoire

Niveaux	VO ₂ max (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)		Fc _{max} (bpm)		P
	H	F	H	F	
Primaire	44,34±7,85	–	180,43±13,46	–	0,856 n.s.
Secondaire	47,43±5,44	43,45±5,02	190,17±10,40	197,50±2,12	
Collégial	48,80±8,24	39,35±10,96	179,33±11,37	178,50±19,09	

P= seuil de significativité. n.s. = non significatif

L'analyse de variance pour les résultats de VO_{2max} entre les 3 niveaux montre une différence non significative ($F = 0,156$, ddl = 2 et 17; n.s.), la même constatation étant observée dans les résultats de la Fc max ($F=2,605$, ddl= 2 et 17; n.s.).

Les enseignants au secondaire ont présenté des moyennes de fréquences cardiaques maximales plus élevées de 10 bpm par rapport aux autres groupes. Il est possible qu'il y ait une relation avec l'âge des participants. En effet, c'était le groupe le plus jeune, mais la différence n'était pas significative.

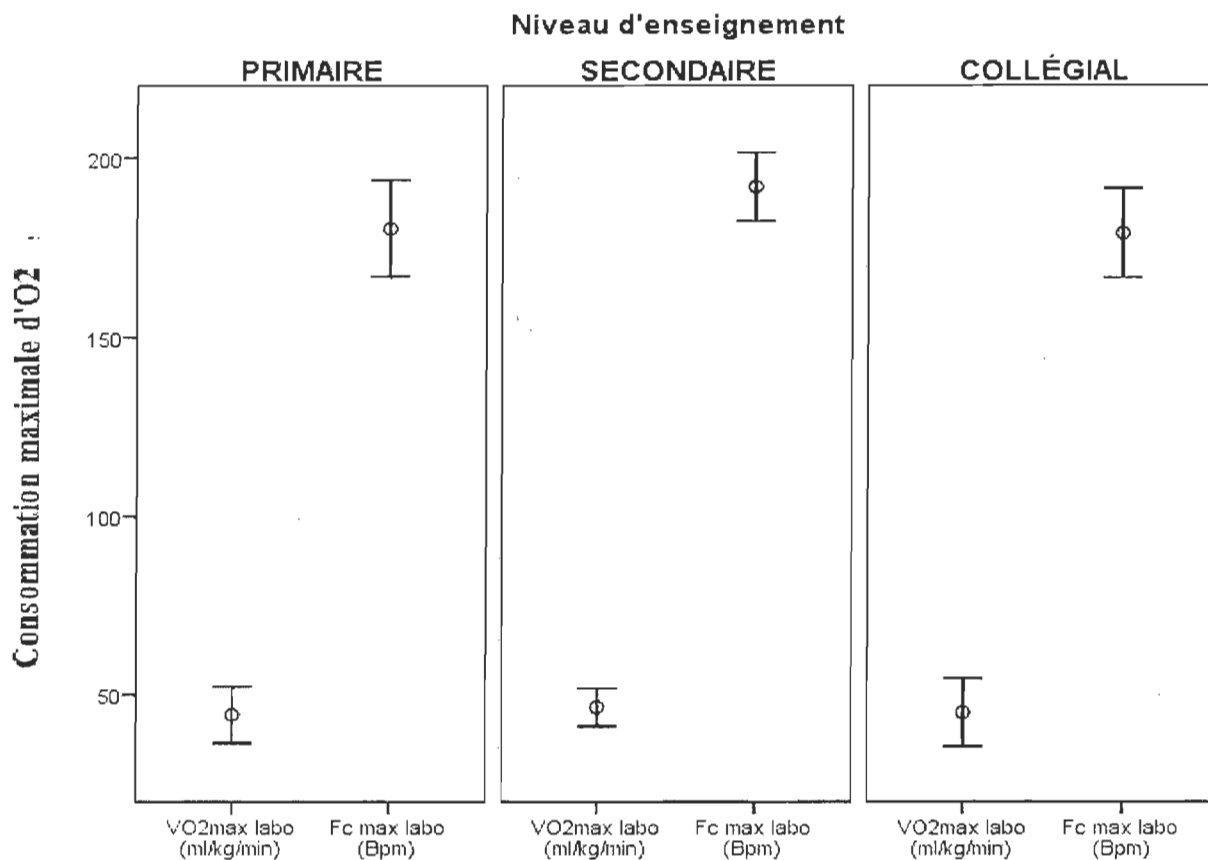


Figure 2 : Puissance maximale aérobie et fréquence cardiaque maximale mesurées au laboratoire selon les niveaux d'enseignement ($X \pm E.T.$).

2 Données descriptives sur terrain

A. Fréquence cardiaque sur le terrain

Le tableau 9 illustre les moyennes, les maximums et les minimums des fréquences cardiaques sur terrain selon les niveaux d'enseignement. Les données obtenues montrent que certains enseignants de niveaux collégial et secondaire atteignent des pics des fréquences cardiaques pendant le travail assez élevées, atteignant 75% à 90% de leur Fc max mesurée en laboratoire.

Tableau 9 : Les valeurs de la fréquence cardiaque sur le terrain

Niveaux	Fc terrain (bpm)			<i>p</i>
	Fc repos	Fc Pic	Fc moy	
Primaire	58,1 ± 9,2	127,9 ± 19	79,1 ± 10,1	n.s.
Secondaire	62,9 ± 6,9	143,9 ± 30,9	84,2 ± 8,2	
Collégial	65 ± 12,2	135 ± 41,6	95,9 ± 29,1	

P= seuil de significativité

La moyenne des Fc moy lors de la journée sur le terrain est plus élevée chez les enseignants du collégial ($95,87 \pm 29,12$ bpm), la moyenne des Fc pic obtenues sur le terrain est plus importante chez les enseignants du secondaire ($143,88 \pm 8,18$ bpm) et la moyenne de Fc repos est la plus faible chez les enseignants du primaire ($58,14 \pm 9,17$ bpm). Ces données sont relatives aux caractéristiques des sujets (âge, sexe et niveau d'enseignement).

L'analyse de variance de la Fc moy sur terrain montre une différence non significative ($F=1,599$, ddl=2 et 17; n.s.), probablement en raison de la grande variabilité des données à l'intérieur des groupes.

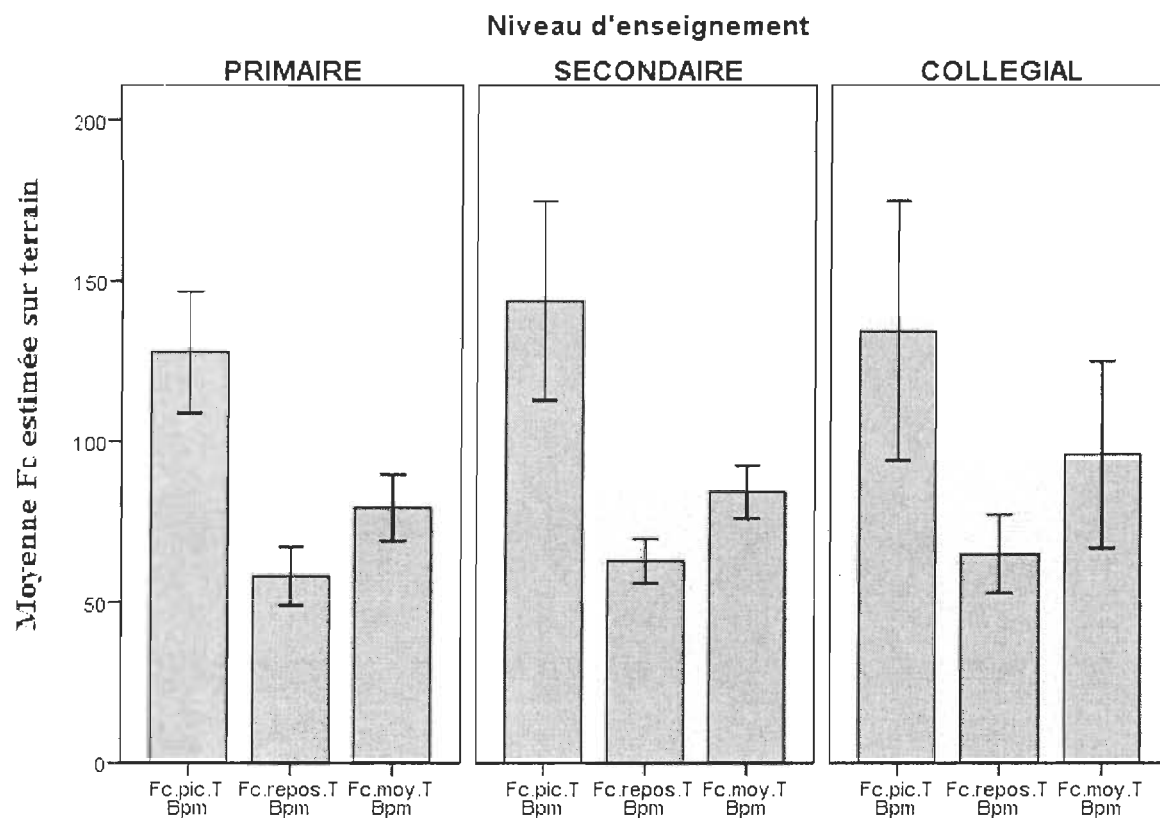


Figure 3 : Les valeurs pics, moyennes et repos moyennes de la fréquence cardiaque pendant la journée de travail selon les niveaux d'enseignement.

B. Mesures de VO_2 sur le terrain

Pour la moyenne de VO_2 estimée sur le terrain, les enseignants du niveau collégial ont les valeurs les plus élevées pour le VO_2 moy relié au travail ($12,68 \pm 6,56$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) et le VO_2 min ($5,45 \pm 2,62$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$), en les comparant aux moyennes des deux autres groupes (Tableau 10). Par contre, pour la moyenne de VO_2 pic sur le terrain, les enseignants de niveau secondaire ont des moyennes plus importantes ($26,04 \pm 8,36$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$). Ces résultats sont mis en corrélation avec les moyennes de la fréquence cardiaque et les moyennes de compte mouvements sur terrain, avec le

coefficient de corrélation de Pearson : la corrélation est positive entre les trois variables, CMP moy et Fc moy ($r = 0,798$, $p < 0,01$), entre Fc moy et VO_2 moy ($r=0,733$, $p < 0,01$) et entre CMPmoy et VO_2 moy ($r=0,637$, $p < 0,01$).

Tableau 10 : Valeurs estimées de la consommation d'oxygène sur le terrain

Niveaux	VO_2 (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹) terrain			P
	VO_2 min	VO_2 pic	VO_2 moy	
Primaire	3,78 ± 0,54	21,13 ± 8,87	6,59 ± 3,15	n.s.
Secondaire	3,36 ± 1,89	26,04 ± 8,36	8,88 ± 3,09	
Collégial	5,45 ± 2,62	23,56 ± 12,23	12,68 ± 6,56	

Pour les moyennes de VO_2 min, les enseignants ont des phases de repos assez longues, et récupèrent très vite, par rapport à leurs activités et engagements physiques. Les moyennes mesurées sont $3,78 \pm 0,54$, $3,36 \pm 1,89$ et $5,45 \pm 2,62$ ml·kg⁻¹·min⁻¹, respectivement pour les niveaux primaire, secondaire et collégial, l'analyse de variance de VO_2 moy montre une différence non significative ($F=3,093$, ddl=2 et 17; n.s.).

C. Mesures des comptes de mouvements sur terrain

Les mesures de compte de mouvements sont exprimées en unité de mouvement par minute; l'accéléromètre comptant les pas de marche, les sauts, les flexions et rotations du tronc comme un mouvement, en faisant la moyenne sur 1 min (Tableau 11). Certaines valeurs équivalent à zéro, soit lorsque l'enseignant était en posture statique (debout au repos ou assis à son bureau) parce que l'accéléromètre n'a pas enregistré de valeurs de compte de mouvement.

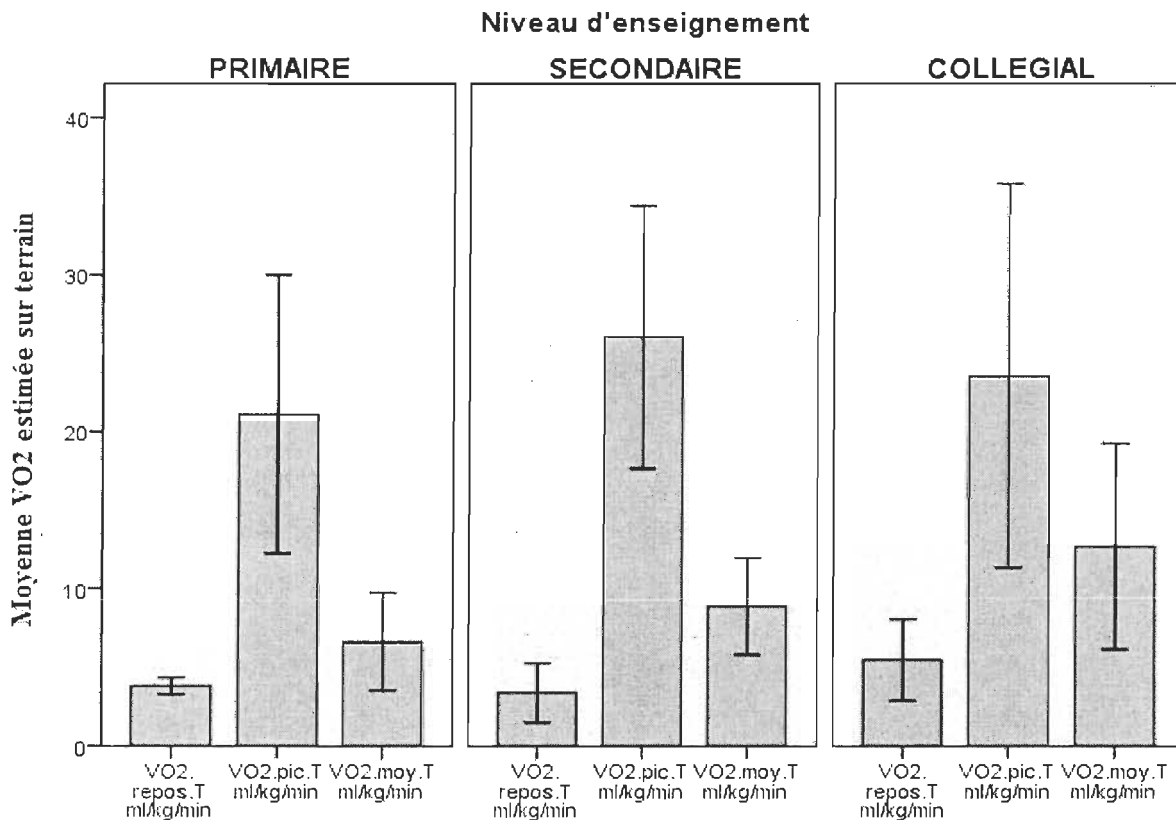


Figure 4 : Consommation d'oxygène (VO_2) moyenne sur le terrain selon les niveaux d'enseignement

Tableau 11 : Les valeurs de compte de mouvements (CMP) cumulatif sur terrain.

Niveaux	CMP terrain		p*
	CMP max	CMP moy	
Primaire	3503,6 ± 1275,3	542,5 ± 294,6	n.s.
Secondaire	4069,3 ± 377,5	62,3 ± 256,2	
Collégial	5217,7 ± 2676,7	1669,6 ± 1483	

Les valeurs de CMP sont plus élevées au niveau collégial avec une moyenne relative sur terrain de $1669,6 \pm 1483$ CMP et un maximum de $5217,7 \pm 2676,7$ CMP. Cet écart important dans les moyennes et les écarts-types inter et intra, est dû essentiellement à la différence de l'activité enseignée le jour du test quand deux

enseignants du collégial ont fait de la course durant 80 % du temps d'activité. Les différences des moyennes mesurées sont moins grandes au niveau secondaire et

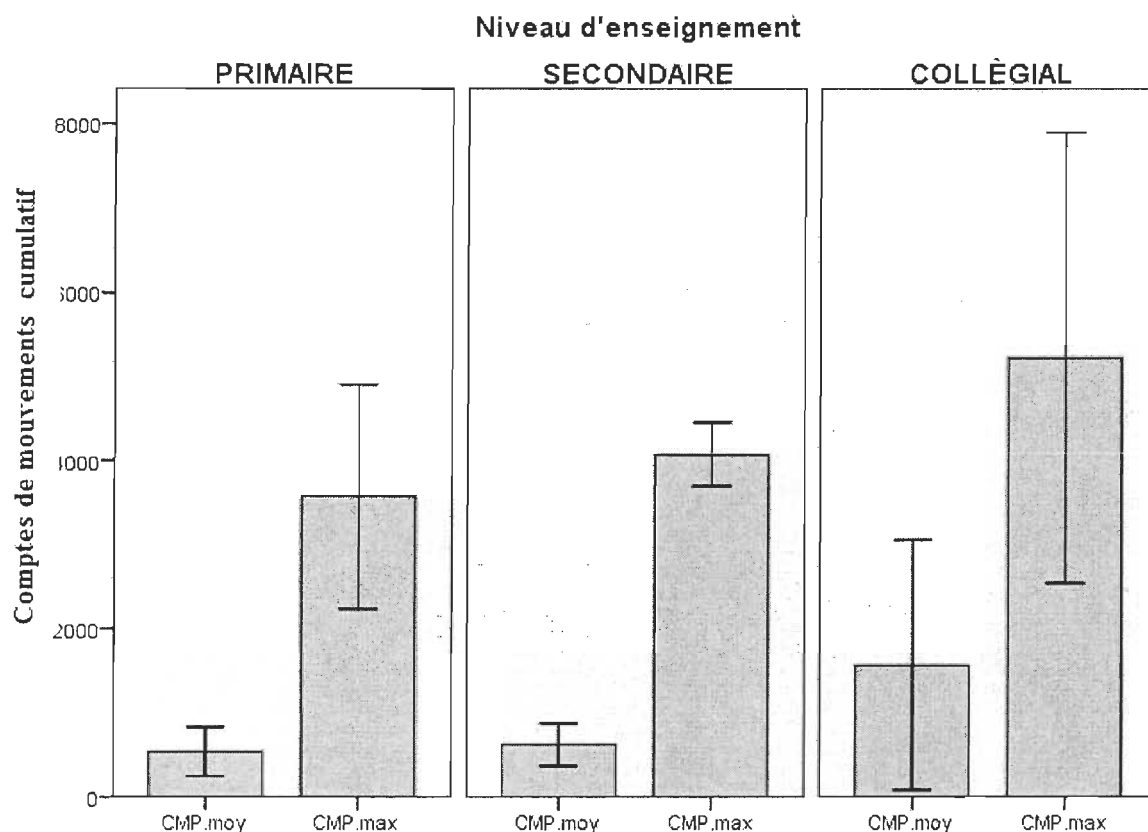


Figure 5 : Comptes de mouvements (CMP) cumulatif sur terrain selon les niveaux d'enseignement

primaire, les moyennes relatives sont respectivement $623,3 \pm 256,2$ et $542,5 \pm 294,6$ CMP. Par contre, la différence entre ces 2 niveaux n'est pas significative ($F=3,118$; n.s.).

La figure 6 montre une répartition des moyennes de CMP selon les périodes de la journée de travail. Une moyenne élevée de CMP enregistrée au début de la journée.

Une corrélation positive a été notée entre le CMP moy et la Fc moy, soit $r = 0,798$ ($p < 0,01$).

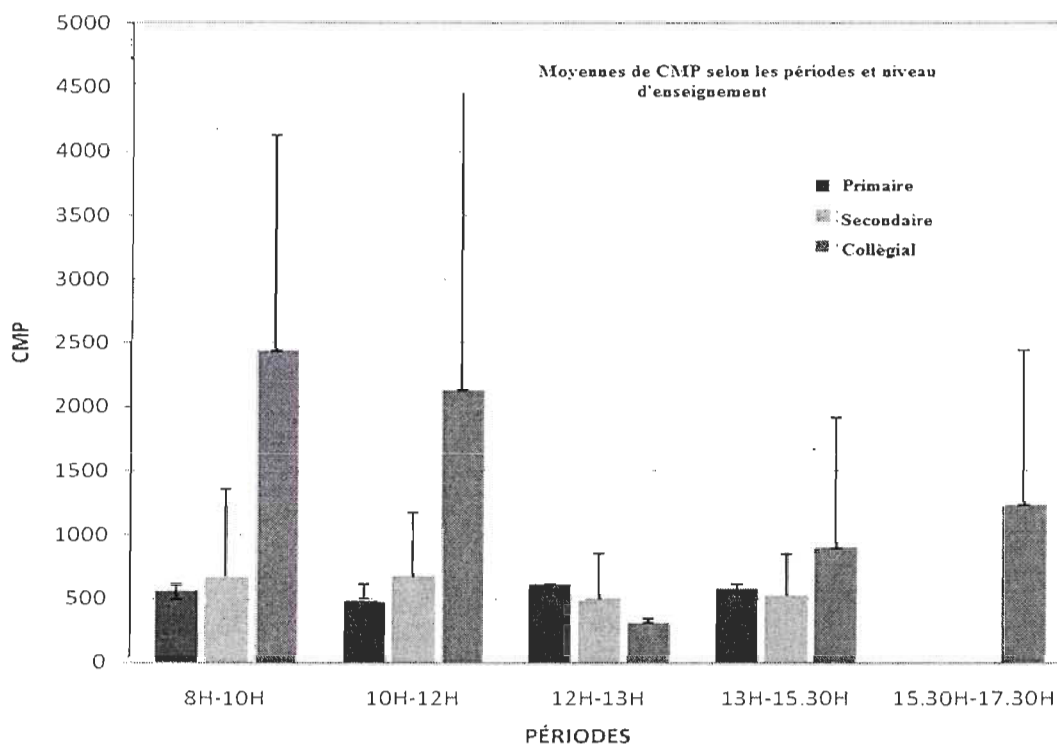


Figure 6 : Comptes de mouvements selon les périodes de travail et le niveau d'enseignement (Moyenne \pm E.T.).

D. Coût énergétique en pourcentage de VO_2 max et kcal/min :

Les résultats ont montré une différence non significative dans les DÉS intergroupe et intra-groupe dans les 3 groupes (Tableau 12). Ceci est dû à la différence des activités pédagogiques et l'engagement physique des enseignants, et l'exigence des cours ainsi que le nombre de périodes enseignées dans une seule journée.

Tableau 12 : Valeurs des pourcentages et de coûts énergétiques reliés au travail

Niveaux	Dépense énergétique en % VO _{2max}			Dépense énergétique en kcal Kcal/min			P
	Min	Max	Moy	Min	Max	Moy	
Primaire	8,6±1,1	48,6±21,8	15,2±7,6	1,4±0,3	8 ±3,4	2,4±1	n.s.
Secondaire	7,4±4,5	57,3±21,5	19,7± 8	1,3±0,8	10,2±3,3	3,5±1,5	
Collégial	12,8±7,3	57,3±34,7	31,6± 21	2,2±1,5	8,8±3,9	4,9±2,7	

Chez les enseignants du primaire, la DÉ relative est plus faible ($15,15 \pm 7,55\%$ VO_{2max}) par rapport aux deux autres groupes. Des pics de DÉs soutenues pendant des périodes assez longues chez les enseignants du collégial ont été observés (66,7% du coût énergétique max pendant 190 min, soit 57% du temps de travail) (Annexe B). Les plus importantes dépenses sont observées chez les enseignants du secondaire et du collégial (Tableau 12), avec des pourcentages pics d'utilisation de VO_{2max} de $31,62 \pm 21,03\%$ VO_{2max}. Il est à noter un écart entre les résultats du groupe primaire et du groupe collégial (15,15 versus 31,62 % VO_{2max}), cet écart (bien qu'il soit non significatif, $F=2,718$ ddl= 2 et 17; n.s.) peut s'expliquer par la diversité d'activités pratiquées ou enseignées.

Les DÉs en fonction du temps écoulé pour une fréquence cardiaque supérieure à 100 bpm, indiquent une variation remarquable dans les temps d'engagement (intragroupe) et (intergroupe) de notre échantillon (Tableau 13 et Annexe B).

Une estimation des coûts énergétiques en kcal /min dans les tableaux 12 et 13 montre que les enseignants du secondaire dépensent plus d'énergie à intensité élevée

suite à des périodes d'activités intenses. La moyenne des coûts énergétiques maintient la tâche d'éducateur physique dans les catégories d'intensité modérée à lourde comparée aux moyennes établies par Shephard (1967) ou celle de Kroemer (1997). Ainsi, on peut classer les catégories comme suit : le niveau primaire comme tâche légère, le niveau secondaire et collégial comme tâche modérée à lourde. Cependant, l'analyse de la différence inter-groupe n'est pas significative ($F= 2,979$; ddl =2 et 17; n.s.).

Tableau 13 : Estimation de la variation du coût énergétique durant la journée de travail pendant une $Fc > 100$ bpm selon les niveaux d'enseignements

Sujets		Dép moy T Kcal/min	Dép min T kcal/min	Dép max T kcal/min	Dép kcal/min Fc>100 / j	¹ Temps min
Primaire	1	1,37*	0,87	2,63	1,78	30
	2	3,86	1,40	9,77	7,72	10
	3	3,91	1,31	10,19	5,60	125
	4	1,78	1,95	7,43	3,69	30
	5	2,01	1,31	11,95	5,47	50
	6	2,15*	1,51	4,27	3,40	30
	7	1,81	1,62	9,56	3,51	105
Moy± É.T.		2,41±1,03	1,43±0,33	7,97±3,39	4,45±1,95	54,29±43,44
Secondaire	8	5,15	2,65	10,28	6,82	165
	9	3,03	0,77	12,58	5,21	85
	10	4,32	1,54	15,01	6,89	85
	11	5,97	2,36	10,51	8,33	40
	12	1,88	1,21	9,52	3,79	125
	13	1,74	1,18	3,38	3,43	20
	14	3,35	0,55	10,86	3,35	10
	15	2,92	0,44	9,16	6,14	30
Moy		3,54±1,50	1,34±0,81	10,16±3,32	5,50±1,85	70±51,36
Collégial	16	6,29	1,31	10,40	7,23	190
	17	8,45	4,78	12,19	9,15	145
	18	2,18	1,59	4,10	6,33	10
	19	5,22	1,90	12,31	9,64	50
	20	2,29	1,47	5,22	3,92	40
Moy		4,88±2,68	2,21±1,45	8,84±3,91	7,25±2,31	87±76,62

* sujets avec $Fc < 100$ toute la journée.

¹ Le temps d'enregistrement : moyenne 320 min, maximum 430 min et minimum 210 min

Tableau 14 : Classifications des coûts énergétiques au travail (Traduit et adapté de Kroemer et al. 1997)

Classification selon le travail	Dépense énergétique		Fc bpm
	(kJ/min)	Kcal/min	
Léger, facile	10	2,5	90 <
Moyen, modéré	20	5	100
Lourd, difficile	30	7,5	120
Très difficile	40	10	140
Extrêmement difficile	50	12,5	160 >

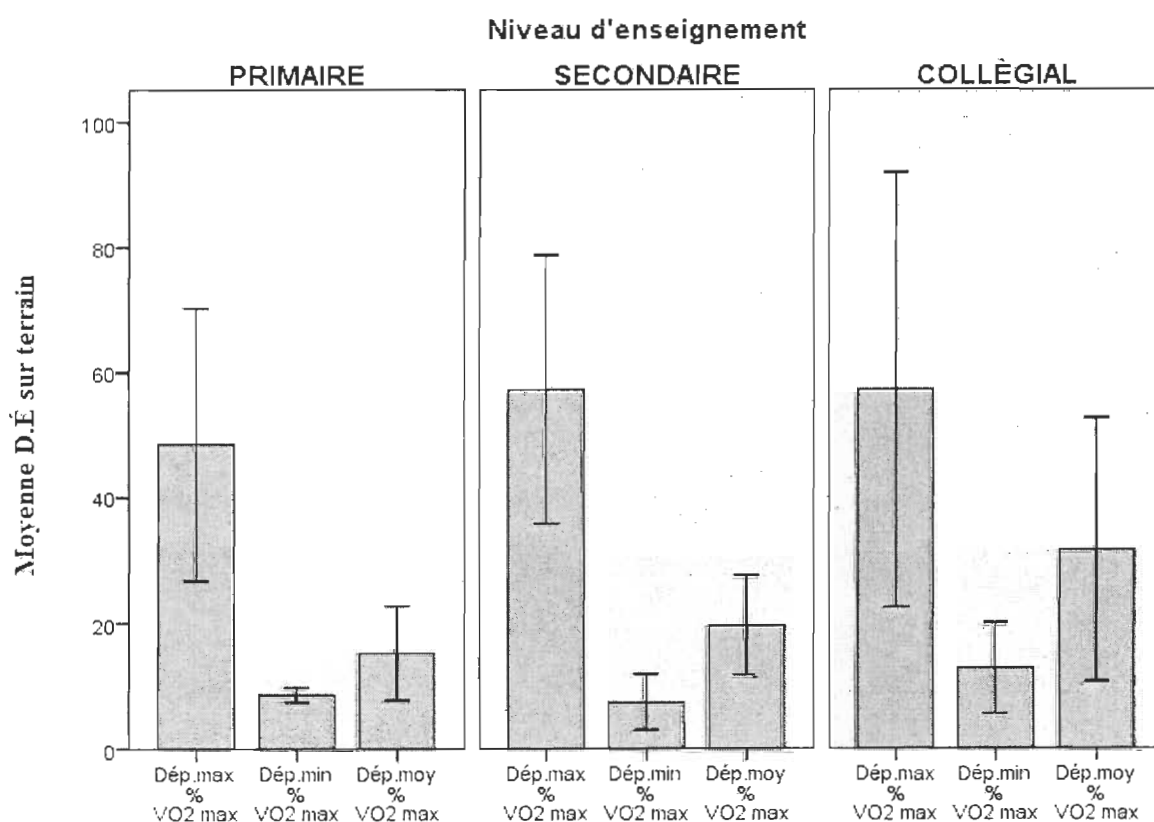


Figure 7: Les valeurs moyennes de DÉ en pourcentage du VO₂max

CHAPITRE 4

DISCUSSION

Comme exposé précédemment, l'objectif principal de cette étude était de documenter la DÉ au cours d'une journée type au travail des enseignants en ÉP et de la comparer selon les niveaux d'enseignement. Pour ce faire, la méthode d'estimation de la charge de travail selon la droite de régression VO_2/Fc préalablement établie au laboratoire a été utilisée. La fidélité de la droite de régression en fonction de l'activité pendant la journée de travail avait été vérifiée au préalable (Bouchard et Trudeau, 2007).

Ce chapitre analysera en 3 grandes parties les résultats de cette étude, la première partie discutera de la condition physique et des caractéristiques des éducateurs physiques. La deuxième partie discutera des différences selon les niveaux d'enseignement de la DÉ sur terrain et par rapport à d'autres métiers et la dernière partie comprendra des recommandations, les limitations de l'étude et la conclusion.

1. Condition physique des éducateurs physiques

Les données obtenues pour la mesure du VO_{2max} révèlent qu'il n'y a pas de différence significative entre les 3 niveaux d'enseignements. Certains enseignants du primaire et collégial ont mentionné une diminution des aptitudes musculosquelettiques et capacités aérobies. Les enseignants ont associé cette diminution à un manque de

pratique régulière d'activités physiques en dehors de travail, aux blessures, à un manque de temps, ainsi qu'au vieillissement (Åstrand et al. 1997). À l'opposé, chez d'autres enseignants, le processus de diminution de la VO_{2max} semble ralenti, car chez des enseignants de primaire âgés de 56 et 55 ans, un VO_{2max} respectivement de 39 et 45 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ a été observé.

D'après Åstrand et ses collègues (1997), le VO_{2max} diminue avec l'âge et cette diminution résulte principalement d'une pratique d'activité physique insuffisante. Par contre, chez des individus très actifs, la capacité aérobie peut pratiquement se maintenir malgré l'avancement en âge (Åstrand et al. 1997). Ce qui peut suggérer que l'âge des enseignants au primaire n'est pas la cause de leur plus faible VO_{2max} , en comparaison avec leurs collègues des autres niveaux d'enseignement.

Tableau 15: Normes de consommation maximale d'oxygène, chez une population d'âge varié (Traduit d'Åstrand et Rodahl 1986)

$VO_{2max} \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$					
Sexe / Âge	T. faible	Faible	Moyenne	Élevée	T. élevée
Femmes					
20-29	28	29-34	35-43	44-48	>49
30-39	27	28-33	35-41	42-47	>48
40-49	25	26-31	32-40	41-45	>46
50-65	21	22-28	29-36	37-41	>42
Hommes					
20-29	38	39-43	44-51	52-56	>57
30-39	34	35-39	40-47	48-51	>52
40-49	30	31-35	36-43	44-47	>48
50-59	25	26-31	32-39	40-43	>44
60-69	22	22-26	27-35	36-39	>40

Les résultats aux tests de la capacité aérobie au laboratoire, indiquent que la condition physique des participants est bonne pour des travailleurs âgés de plus de 30

ans. En effet, d'après le tableau 15, tiré du livre d'Åstrand (1986), une moyenne de 44 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ est un bon résultat. De plus, d'après les standards de la SCPE (2003), les participants au niveau primaire étaient généralement en bonne à très bonne condition physique tandis que la majorité de leurs collègues des niveaux secondaire et collégial, ont obtenu des résultats très biens à excellents.

2. Age et expérience

Au niveau primaire, des différences intra-groupe ont été observées pour les variables âge et expérience, ceux du primaire et collégial étant plus âgés que ceux du secondaire. L'âge pourrait être un facteur dans les mesures de VO_2 et les DÉs chez les enseignants d'ÉP. Il est remarqué que chez les enseignants de niveau primaire, les moyennes d'âge étaient élevées, tandis que les valeurs de Fc, de comptes de mouvements et de dépense énergétique sur le terrain étaient plus basses que dans les 2 autres groupes. Pour ce qui est des valeurs de Fc et de VO_2 calculées chez les groupes secondaire et collégial, elles sont similaires à celles observées par Sandmark (2000).

3. La DÉ (absolue vs relative) selon les niveaux d'enseignements

Le rapport entre la VO_2 requise durant ses activités d'enseignement et le $\text{VO}_{2\text{max}}$ de chacun des sujets a permis de déterminer le pourcentage d'utilisation de $\text{VO}_{2\text{max}}$ ($\%\text{VO}_{2\text{max}}$) relié à chacune des activités de la journée de l'enseignant d'ÉP. Ensuite, nous avons procédé à l'étude de la DÉ absolue (kcal) pour faciliter la comparaison avec

d'autres métiers, afin de vérifier la variation du coût énergétique selon les caractéristiques des participants.

Les résultats de cette étude montrent une moyenne de la DÉ au travail ayant tendance à être légèrement supérieure chez les enseignants du collégial par rapport à ceux du secondaire et du primaire, mais la différence n'était pas significative ($F = 2,979$; $ddl = 2$ et 17 ; .n.s.). Les activités pratiquées peuvent expliquer cette tendance. En effet, en comparant les activités de la journée au travail des enseignants, il est à remarquer que ceux de niveau collégial rapportaient principalement des cours sollicitant la capacité aérobie (course endurance) ou des cours de groupe (gymcardio). Des activités de niveau moyennement intense sont observées chez les mêmes enseignants, comme arbitrer une partie de badminton ou donner un cours de relaxation. Il est à noter aussi que les enseignants participent volontairement à l'activité quand il s'agit de cours où il est nécessaire de motiver les jeunes et d'intervenir physiquement afin de leur donner le rythme. Ces activités enseignées variaient d'un enseignant à un autre et d'une période d'enseignement à une autre. Généralement, dans cette étude, les périodes de travail des participants enseignaient 2 ou 3 périodes soit le matin ou l'après-midi. D'après les données, il est à constater que les enseignants au collégial ont participé activement à des activités plus intenses.

Pour ce qui est des activités et de l'engagement physique au niveau secondaire, l'intensité varie beaucoup, par exemple au cours d'une semaine d'examens certains

enseignants étaient plus concentrés sur la surveillance en classe ou la supervision d'une activité sans participation dynamique directe. Par contre, à d'autres moments, on trouve un engagement plus modéré à intense, comme les démonstrations lors du cours de jongleries et de badminton, l'arbitrage au basket et au soccer. La DÉ la moins élevée que nous avons étudié était chez les participants du niveau primaire. Tout d'abord, une différence dans la méthode d'administrer et de gérer les cours a été constatée. Chez certains éducateurs, on observe une participation plus ou moins dynamique pendant le cours : pas d'engagement physique, mais plutôt statique. Chez d'autres enseignants du primaire, les seules périodes où une activité importante a été observée, c'est lors de déplacements de matériels avec une mise en marche de la séance, pendant la phase d'échauffement.

De façon générale, les valeurs obtenues montrent que la plupart des enseignants de tous les niveaux participent activement à leurs tâches, même si les valeurs ne sont pas égales pour les enseignants du même niveau. Les variations dépendent principalement des programmes et des types de cours donnés.

Par ailleurs, la comparaison de la DÉ absolue et relative des éducateurs physiques à d'autres types de métiers, notamment dans l'industrie et qu'il a été prouvé qu'une DÉ équivalente à un VO_2 moyen de $1,6 \pm 0,3 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ pour la journée de travail et de $7,72 \pm 1,5 \text{ kcal/min}$, correspond à un travail intense selon le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (2001). Les données de VO_2 équivalentes calculées pour la

journée de travail pour un débroussaillier atteignent en moyenne 44 % ($\pm 9\%$) du $VO_{2\max}$ relatif et elles sont supérieures à celles d'un enseignant du collégial ($31,62 \pm 21\%$) pour 5h et demi d'enseignement par jour, un enseignant du secondaire ($19,69 \pm 7,98\%$) pour 7h et demi et pour la même période pour un enseignant du primaire ($15,15 \pm 7,55\%$). Selon Kodak (1986), les VO_2 pour une journée de travail de 8 heures en continu ne devraient pas dépasser 33% du $VO_{2\max}$. Ce pourcentage était de loin dépasser chez les enseignants du collégial ($45,48 \pm 21,67\%$) pour période de temps de ($87 \pm 76,62$ min), ceux du secondaire ($34,15 \pm 19,93\%$) pour une période de ($70 \pm 51,36$ min) et pour les enseignants du primaire ($27,06 \pm 19,93\%$) pour ($54,29 \pm 43,44$ min).

Les DÉs mesurées pour l'enseignement de l'ÉP aux niveaux primaire, secondaire et collégial, sont respectivement : $2,41 \pm 1,03$ kcal; $3,54 \pm 1,50$ kcal et $4,88 \pm 2,68$ kcal. Pour la comparaison de la DÉ absolue, le tableau 16 situe la DÉ par rapport au niveau d'activité industrielle et le tableau 17, présente des dépenses énergétiques pour divers métiers. Ainsi, la DÉ des enseignants du collégial s'approche de celle des travailleurs de l'industrie minière et forestière, qui peut atteindre des valeurs de DÉ avoisinant en moyenne 6-7 kcal. À certains moments de la journée, les participants de niveau secondaire peuvent atteindre de telles valeurs, mais leur DÉ moyenne équivaut à celle des artisans qui avoisine 3,5 à 4 kcal. Pour ce qui est des DÉs au niveau primaire, elles se rapprochent plus des DÉs observées chez les travailleurs dans le domaine de transport, ouvriers métiers comme les vendeurs, les agents de bureau ou les aide au laboratoire, oscillant entre 1,5 à 2,5 kcal.

Tableau 16 : Classification des niveaux d'activité industrielle d'après Brown et Crowden (1963) avec fréquence cardiaque équivalente.

Niveau d'activité industrielle	Dépense énergétique (Kcal/min)	Consommation d'oxygène (L/min)	% de VO ₂ max	Fc (bpm) à l'état stable
Sédentaire	1,2 - 2,1	0,24 - 0,42	8 - 14	
Légère	2,1 - 3,3	0,42 - 0,66	14 - 22	
Modérée	3,3 - 5,4	0,66 - 1,08	36 - 60	≤ 104
difficile	5,4 - 9,0	1,08 - 1,80	36 - 60	104 - 138
Très difficile	> 9,0	> 1,80	> 60	> 138

Traduit de Shephard (1967).

Tableau 17 : DÉ pour différentes professions (watts et kcal)

Métier		DÉ	
		watts	kcal
Artisans	Maçon	200-290	2,9-4,16
	Charpentier	200-310	2,94-4,45
	Vitrier	160-230	2,29-3,3
	Boulangier	200-250	2,94-3,58
	Boucher	190-250	2,72-3,58
Industrie minière	Mineur de charbon	200-400	2,94-5,73
	Ouvrier de four à coke	210-310	3,01-4,44
Sidérurgie	Ouvrier de haut fourneau	310-400	4,44-5,73
	Mouleur manuel	250-430	3,58-6,17
	Mouleur à la machine	190-300	2,72-4,30
Métallurgie	Ouvrier de fonderie	250-430	3,58-6,17
	Forgeron	160-360	2,29-5,16
	Soudeur	130-220	1,86-3,15
Imprimerie	Imprimeur	125-170	1,79-2,44
Agriculture	Jardinier	200-340	2,94-4,87
	Conducteur de tracteur	150-200	2,15-2,94
	Conducteur de voiture	125-180	1,79-2,58
Transport	Chauffeur de bus	135-225	1,93-3,22
	Conducteur de tramway	145-210	2,07-3,01
	Aide de laboratoire	150-180	2,15-2,58
Divers	Enseignant	150-180	2,15-2,58
	Vendeur	180-220	2,58-3,07
	Secrétaire	125-150	1,79-2,15

Modifié de Sobane 2003.

Ces valeurs des DÉs comparées aux nôtres montrent que les enseignants d'éducation physique sont parmi les travailleurs les plus actifs physiquement compte tenu de la nature de leur tâche. Les résultats de cette étude vont dans le sens de ceux de Sandmark (1999), à savoir que c'est l'une des professions les plus exigeantes sur le marché de travail.

4. La DÉ sur le terrain

L'utilisation du cardiofréquencemètre a permis d'échantillonner la Fc sur le terrain, pendant que l'éducateur physique exerçait ses tâches. Les mesures ont ensuite été traitées avec la formule de l'extrapolation déjà établie par les données enregistrées au laboratoire (Bouchard et al. 2007), ce qui a permis d'estimer la VO_2 sur le terrain. Justement, Bangsbo (1994) a montré que la droite Fc/VO_2 est valide même pour estimer la DÉ lors d'un exercice intermittent, en comparant l'exercice continu et intermittent sur tapis. Donc, dans une estimation du pourcentage de VO_{2max} basée sur le pourcentage de Fc max, Åstrand (2003), suggère que la ligne Fc/VO_2 peut être utilisée pour une estimation assez précise du VO_2 .

Dix huit participants sur 20 ont atteint des fréquences cardiaques supérieures à 100 bpm. Huit participants sur 18 ont maintenu une fréquence supérieure à 100 bpm pour une période supérieure à 25% du temps enregistré de la journée tandis que 10 participants ont maintenu de telles valeurs pour une période inférieure à 20% de temps

enregistré (soit moins de 60 min). Les fréquences cardiaques des enseignants enregistrées sur toute la journée de travail ont varié entre 47 et 203 bpm pour l'ensemble des participants.

L'analyse de la Fc moyenne par heure ou par minute a révélé des valeurs significativement plus élevées lors de la première heure de travail que pour les autres périodes de la journée. Il s'agit d'un autre résultat en accord avec l'étude de Bouchard et Trudeau (2007) chez d'autres types de travailleurs. Dans cette étude, c'est plus précisément chez les enseignants au collège où on retrouve une moyenne de Fc significativement plus élevée aux deux premières périodes (8h-10h et 10h-12h). Une Fc plus élevée a aussi été observée lors de la première heure ou première période par rapport au reste de la journée pour les autres niveaux, mais c'est une différence non significative.

L'analyse du coût énergétique moyen de la tâche, et la somme des pulsations au dessus du niveau de repos rapportée à la période de travail considérée et exprimée en bpm, tout au long de la journée, permet de catégoriser le travail de l'enseignant comme un travail à intensité modérée et assez exigeant dans des cas. Pour la journée, un coût énergétique de plus de 33% de VO_{2max} est difficilement acceptable selon Kodak (1986). Ces valeurs sont parfois dépassées, mais pas pour toute la journée. Les pics de demandes cardiovasculaires sont associés à l'échauffement et aux activités de course à

piéd, ou aux démonstrations d'un exercice au cours d'une activité enseignée (pliométrie, pilates, danse aérobique).

Selon les données, on peut déduire que les actions et les engagements physiques au niveau secondaire, sont brusques, intenses et de courte durée comparativement au niveau collégial où elles sont plus soutenues, mais moins intenses et brusques physiquement par exemple nous avons observé des exercices de sprint en cours d'athlétisme, des impulsions et de détente verticale en volley-ball et aussi des exercices de tirs au but au soccer. Ce type d'engagement chez les enseignants du niveau secondaire pourrait être associé potentiellement à une fréquence nettement plus élevée d'incidents de type fracture ou déchirure, associés à des mouvements brusques, causés par une participation plus active de l'éducateur physique (Lemoyne et al. 2007).

5. Comptes de mouvements sur le terrain (CMP)

L'accéléromètre a permis de prendre des mesures à 60s d'intervalle sur toute la journée, ces données ont été étudiées par moyennes de 5 min. Les intervalles de repos et les pauses n'ont pas été pris en compte dans les calculs, donc la période de diner (12h-13h) n'a pas été calculé dans la moyenne de la journée, sauf pour certains enseignants qui ont eu de la surveillance ou de la permanence dans les cours et ceci compte dans les DÉs reliées au travail. Le CMP était un indicateur assez pertinent dans cette étude, qui permettait de valider les valeurs de fréquence cardiaque sur terrain. Il y a une corrélation positive très significative entre le CMP moyen et la Fc moyenne ($r=0,798$; $p < 0,01$). La première période de (8h-10h), comme dans l'étude de

Bouchard et Trudeau (2007), une fréquence cardiaque élevée a été observée à la première heure de travail. Ceci montre que les enseignants de tous les niveaux, commencent leur journée de travail par un travail dynamique (CMP élevé), une activation cardio-vasculaire composée d'échauffement progressif pour atteindre des fréquences cardiaques élevées (Fc élevée) et la sortie de matériel dans certains cas. Ceci n'exclut pas que dans des périodes de la journée, des fréquences cardiaques élevées ont été mesurés pour un CMP très bas, en fait ca s'explique par la nature de l'engagement physique, sachant que l'accéléromètre compte les mouvements tels que la marche, le saut et les inclinaisons du tronc (des efforts dynamiques), mais dans cette étude, une augmentation de la fréquence cardiaque à l'arrêt du mouvement a été notée surtout chez les enseignants du primaire (95bpm/522cpm) et ceux du secondaire (92bpm/332cpm). Ces valeurs pourraient être attribuables à une forme de résistance, comme une contraction musculaire isométrique ou un effort statique. Outre ces types d'effort, il y a le stress, qui est un facteur d'hyperactivité cardiaque. Par rapport aux résultats de Lemoyne et al. (2007), les éducateurs physiques des différents niveaux ont perçu de façon très différente l'intensité de leur tâche.

Limitations de l'étude :

L'étude comprend quelques points pouvant être améliorés ou révisés. D'abord, à cause de la variabilité des pratiques professionnelles des éducateurs, il faudrait augmenter la taille des échantillons au-delà de ce qui peut être attendu d'un projet de maîtrise. De plus, bien que les femmes soient sous-représentées en enseignement de

l'éducation physique, il faudrait augmenter le nombre de femmes dans nos échantillons en particulier au primaire. Les valeurs du VO_2 et Fc du laboratoire n'ont pas été mesurées dans les positions debout et assise, afin de déterminer les dépenses exactes par rapport à chaque participant(e) dans chaque position sur terrain, donc une valeur standard (de repos) a été établie pour tous les participants.

Il est important de mentionner que les valeurs réelles de DÉ peuvent être mal estimées lors des conditions ambiantes chaudes ou froides, ou dans des situations de stress. En effet, la fréquence cardiaque peut alors être plus ou moins élevée à cause des exigences de la thermorégulation et non pas seulement à cause de la difficulté de la tâche. La DÉ augmente aussi avec des facteurs comme par exemple le coût de la marche, le poids du sujet ($0,5 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), le poids des chaussures, l'inclinaison du terrain, jusqu'à $10 - 12 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ dans les fortes montées, nature du terrain $3 \text{ à } 8 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$, jusqu'à $15 \text{ ou } 20 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ pour la marche dans la neige, le port de raquettes lors des sorties de plein air d'hiver, ou l'ascension d'escaliers (Scherrer 1967).

Suite à l'analyse de variance des résultats qui étaient non significative pour la plupart des variables dans cette étude, une analyse de covariance (ANCOVA) a été utilisée pour minimiser l'impact des variables âge et poids. Ce test tend à réduire l'erreur type et à augmenter la significativité des résultats, c'est possible qu'il y a une relation entre l'âge, le poids et la dépense énergétique, mais pour cette étude et vu que l'échantillon était petit cette analyse n'était pas fructueuse. À cet égard, il faudrait mettre en place

une méthodologie afin de mesurer quantitativement l'exécution des mouvements et les positions de travail.

Conclusion :

Cette étude montre que les éducateurs physiques avaient une tâche assez exigeante et que leurs DÉs diffèrent aussi selon le niveau d'enseignement. La tendance observée durant l'étude, est que les participants du secteur collégial avaient plus d'engagements physique et dynamique sur des longues périodes ce qui a résulté en une plus grande DÉ. Quant à eux, les enseignants du secondaire faisaient des efforts plus brusques et intenses, mais de durée brève. Enfin, chez les participants du niveau primaire, l'intensité de l'effort était plus faible presque tout au long de la journée de travail.

Cependant, la DÉ varie surtout en fonction de la façon d'enseigner de chaque enseignant et des types d'activités qui sont déterminées par les environnements et équipements.. Enfin pour dire aussi qu'ils présentaient une bonne condition physique, et qu'ils maintenaient un mode de vie sain et actif. Dans l'exercice de son métier, l'éducateur physique doit exécuter une multitude de tâches et doit montrer une aptitude à surmonter les nombreuses contraintes qui s'attachent à la réalisation de chacune d'entre elles. Les trois niveaux d'enseignement présentaient des DÉs importantes, des fréquences cardiaques atteignant des pics de 150 bpm, la différence dans les dépenses et engagements physiques varie principalement selon l'activité ou le niveau enseigné. Ainsi, au niveau primaire c'est aussi un travail d'endurance psychophysiologique, par exemple gérer le stress, les cris des élèves dans le gymnase, plus d'explications verbales, et assurer la sécurité des jeunes élèves. Au niveau secondaire, c'est là où le plus de pics extrêmes pour les variables étudiées (F_c , VO_2 et CMP) ont été observés,

qui correspondent à des gestes brusques et à des mouvements répétitifs, à intensité élevée, mais de courte durée. Pour ce qui est du niveau collégial, les enseignants faisaient plus des cours de programme de concentration, pour certaines séances (ex.; cours de natation, yoga, ou volley-ball, ou même de techniques policières; courses et combats), ils avaient une fréquence cardiaque plus élevée pendant une période de temps plus soutenue.

Les éducateurs physiques sont appelés à exécuter différentes tâches selon le niveau d'enseignement donc en fonction de l'âge des élèves ainsi que des types d'activité qu'ils pratiquent (Shimoaka et al. 1998). De nos jours, les emplois dits physiques continuent d'exiger des efforts assez intenses, sans pour autant apporter d'avantages tangibles pour le système cardio-vasculaire. D'après Saltin (1992), l'idéal est d'équilibrer un travail pénible et exigeant physiquement avec une activité de loisir à haute DÉ : ce qui peut correspondre au métier d'éducateur physique.

Niato (1994) rapporte dans son étude que le VO_{2max} était élevé pour les travailleurs dynamiques ou travaillant en position debout, il attribue l'augmentation de la DÉ à l'augmentation du VO_{2max} . Åstrand (1997) a démontré à quel point le métier d'éducateur physique contribue au maintien de sa capacité aérobie. Les VO_{2max} élevés observés chez certains éducateurs physiques plus âgés illustrent très bien cette situation. Il est d'autant plus important de maintenir un VO_{2max} élevé si on doit travailler à des intensités aussi élevées.

D'autre part, l'étude de la demande physiologique sur le terrain pourrait être encore approfondie avec le développement de la technologie, l'utilisation de l'inclinomètre et de l'électromyographie. Par contre, une mesure directe de la consommation d'oxygène sur le terrain serait impossible, car l'enseignant doit pouvoir communiquer avec ses élèves.

Cependant, il serait approprié de faire une étude de laboratoire plus approfondie des exigences kinesthésiques et musculaires en utilisant des méthodes telles que les systèmes d'analyse tridimensionnelle du mouvement et les capteurs de force multidirectionnels, car ces techniques permettraient d'avoir une analyse très détaillée de l'amplitude des forces appliquées par l'enseignant. Une telle étude pourrait également permettre d'identifier les mouvements les plus exigeants en terme de D.É chez les éducateurs physiques.

Références

Åstrand, P.O., Bergh, U., Kilbom, A. (1997). A 33 yr follow-up peak oxygen uptake and related variables of former physical education students. *Journal of Applied Physiology* 82:1844-1852.

Åstrand, P.O., Rodahl, K. (1986). *Textbook of Work Physiology*, McGraw-Hill, New York.

Balogh, I., Orback, P., Ohlsson, K., Nordander, C., Unge, J., Winkel, J., Hansson, GA, (2004). Malmo Shoulder/Neck Study Group. Self-assessed and directly measured occupational physical activities-influence of musculoskeletal complaints, age and gender. *Applied Ergonomics* 35(1):49-56.

Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer: with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica* 15 suppl. 619: 1-156.

Borg, G. (1998). Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. *Human Kinetics*, Champaign, IL. Pp: 56-57.

Bouchard, D., Trudeau, F. (2007). Reliability of the assessment of the oxygen/heart rate relationship during a workday. *Applied Ergonomics* 38(5): 491-497.

Chiasson, M-È., Imbeau, D., Farbos, B., Nastasia, J., Leclerc, S., Lebel, L., Dubeau, D et Langlois, J. (2003). Évaluation de l'astreinte physique des travailleurs sylvicoles. (non publié) 6 pages. Présenté au 25^e congrès de l'AQHSST.

Eastman Kodak Co. (1986). *Ergonomic Design for People at Work - Vol. 2*. Van Nostrand Reinhold.

Bureau international du travail. Encyclopédie de sécurité et de santé au travail du BIT (2000). Traduction de la 4e éd. anglaise: <http://www.ilo.org/public/french/protection/safework/cis/products/encyclo/pdf/index.htm>.

Enquête condition physique Canada (1981). Institut canadien de la recherche sur la condition physique et le mode de vie. Ottawa (Ontario). CANADA

Jéquier, E. (1980). Aspects Généraux du Métabolisme. Métabolisme Énergétique. L'Encyclopédie médico-chirurgicale. Paris 10371A10: 1-14.

Kroemer, K. H.E. (2009). Fitting the Human: Introduction to Ergonomics -6th ed. CRC Press P: 207.

Karwowski, W., Marras, W.S. (1999). The Occupational Ergonomics Handbook; Principles of Work Design. (Editors) CRC Press, Boca Raton, FL.

Kilbom, A. (1971). Physical training with submaximal intensities in women. I. Reaction to exercise and orthostasis. Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation. October 28(2):141-61.

Kroemer, K.H.R., Kroemee, H.J., and Kroemer-Elbert, K.E. (1997). Engineering Physiology. Bases of Human Factors/Ergonomics (3rd Ed.) .New York: VNR-Wiley.

Laurencelle, L. et Dupuis, F. (2000). Tables Statistiques Expliquées et Appliquées (2^{ème} édition). Sainte-Foy. Le Griffon d'Argile.

Lemoyne, J., Laurencelle, L., Lirette, M., Trudeau, F. (2007). Occupational health problems and injuries among Quebec's physical educators. *Applied Ergonomics*, 38(5): 625-634.

Niato, Y. (1994). Relationship between physical activity and health examination variables in male workers—new methods to assess physical activity and their applications to epidemiologic research. *Japanese Journal of Public Health*. 41(8):706-19.

Onifade, A., Odeyeyi, O. (2001). Occupational stress factors among Nigerian physical education teachers. *Journal of the International Council for Health, Physical Education, Recreation, Sport and Dance*. 37(3): 6-10.

Phan Chan, E., Meyer, J.P., et Smolik, H.J. (2003). Évaluation de la charge de travail à l'aide des échelles de Borg. XXXVIIIème Congrès. Paris. Pp: 24-26.

Sandmark, H. (1999). Knee osteoarthritis in relation to physical workload and lifestyle factors, National Institute for Working Life, Sweden, ISBN 91-7045-525-2.

Sandmark, H. (2000). Musculoskeletal dysfunction in physical education teachers, *Occupational and Environmental Medicine*. 57: 673-677.

Sandmark, H., Wiktorin, C., Hogstedt, C., Klenell-Hatschek, E-K., Vingard, E. (1999). Physical workload in physical education teachers. *Applied Ergonomics*. 30: 435-442.

Saltin, B. (1992). Encyclopédie de sécurité et de santé au travail du BIT (2000).Pp:3-13

Scherrer, J. (1967). Éd. Physiologie du Travail (ergonomie). Vol.2, Pp: 179-180, Masson. Paris.

Sobane 2003 : Fiche (11) d'aide, d'analyse p-16

http://www.sobane.be/fr/chaleur/pdf/cha_fic11.pdf

Shephard, R.J. (1967). Normal levels of activity in Canadian city dwellers. Canadian Medical Association Journal. August 12, 1967, vol.97. P: 317.

Shimaoka, M., Hiruta, S., Ono, Y., Nonaka, H., Hjelm, EW., Hagberg, M. (1998). A comparative study of physical work load in Japanese and Swedish nursery school teachers. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology. 77(1-2):10-8.

Skiöld, L. (1999). Working Life. Research and Development News. In National Institute of Working Life (5) Sweden.

Société canadienne de physiologie de l'exercice (2003). Manuel de référence. Conseiller en condition physique et habitudes de vie II. Société canadienne de physiologie de l'exercice. Ottawa.

Stedman's concise medical dictionary, (2001). 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins, ISBN: 0781730120.

Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C and Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer .An Update. Sports Medicine. 35(6): 501-536.

Theorell, T., Harms-Ringdahl, K., Ahlberg-Hulten, G., Westin, B. (1991). Psychosocial job factors and symptoms from the locomotor system- a multicausal analysis. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*. 23(3):165-73.

Trudeau, F., Bouchard, D. (2005). Reproductibilité de la relation fréquence cardiaque-consommation d'oxygène. IRSST, rapport R-466.

Vaz, M., et Bharathi, A.V. (2004). How sedentary are people in 'sedentary' occupations? The physical activity of teachers in urban South India. *Occupational Medicine*. 54(6): 369-372.

Washburn, R.A., Cook, T.C. et Laporte, R.E. (1989). The objective assessment of physical activity in an occupationally active group. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 29(3): 279-284.

ANNEXE A

DONNÉES ANTHROPOMÉTRIQUES						
NIVEAU ENS	POIDS	TAILLE	CIRCONF.T	S 5 PLIS	AGE	SEXE
	Kg	cm	cm	mm	An	
PRIMAIRE	59,5	166,0	74,0	23,0	44	M
PRIMAIRE	72,0	167,5	78,0	34,0	25	M
PRIMAIRE	70,3	172,5	82,5	37,4	55	M
PRIMAIRE	84,5	186,0	88,0	34,4	30	M
PRIMAIRE	79,0	173,5	89,5	38,1	56	M
PRIMAIRE	80,0	183,0	81,5	39,8	28	M
PRIMAIRE	88,8	179,0	91,0	40,4	39	M
SECONDAIRE	80,0	174,0	88,0	47,0	34	M
SECONDAIRE	78,1	168,5	85,5	73,6	29	F
SECONDAIRE	82,7	168,0	95,0	76,3	28	M
SECONDAIRE	96,8	181,0	100,0	45,7	38	M
SECONDAIRE	68,4	160,7	85,5	23,0	37	M
SECONDAIRE	78,4	168,0	87,0	42,6	27	M
SECONDAIRE	87,9	190,0	86,0	29,4	28	M
SECONDAIRE	67,7	167,0	80,0	53,8	26	F
COLLÉGIAL	70,0	165,5	99,0	58,4	28	F
COLLEGIAL	99,8	177,5	102,5	39,3	45	M
COLLEGIAL	80,5	175,5	91,5	56,1	39	M
COLLEGIAL	63,5	168,5	79,5	57,7	39	F
COLLEGIAL	84,70	185,0	91,0	42,6	36	M

ANNEXE B

DONNÉES DES COMPTES DE MOUVEMENTS ET FRÉQUENCES CARDIQUE SELON LES PÉRIODES DE TRAVAIL									
MOY FC T1	MOY FC T2	MOY FC T0	MOY FC T3	MOY FC T4	MOY CMPT T1	MOY CMPT T2	MOY CMPT T0	MOY CMPT T3	MOY CMPT T4
8H-10H	10H-12H	12H-13H	13H-15H	15H-17H	8H-10H	10H-12H	12H-13H	13H-15.30H	15.30H-17.30H
78,36	78,21	73,74	79,64		538,98	537,82	203,25	892,84	
79,19	72,65	77,43	81,47		296,01	292,32	427,02	394,19	
95,17	91,77	89,70	92,31		521,74	603,62	197,66	445,97	
77,45	77,98		88,21		805,16	660,27		749,30	
66,30	61,63	87,35	65,67		182,21	139,66	680,98	106,94	
67,32	62,39	64,46	66,77		349,37	295,64	49,37	493,56	
81,68	92,24	73,31	81,91		1258,11	823,08	121,39	1005,57	
98,50	88,63	95,98	101,38		1212,64	383,86	384,88	1102,73	
84,59	73,58	78,35	84,89		508,30	234,37	410,86	307,88	
	102,17	92,14	80,70			1613,92	331,54	225,29	
89,74	84,18	87,46	92,20		1014,83	867,04	1363,02	865,72	
86,93		90,51	86,92		505,54		495,19	688,68	
64,16	68,14	73,92	76,96		316,15	256,87	150,03	351,76	
78,70	74,52	70,93	80,53		496,21	395,82	456,05	428,30	
	88,12	75,29	74,23			933,05	316,46	228,75	
141,55	143,98	110,17			3632,35	3798,10	332,71		
			96,90	97,60				196,23	822,17
66,56	60,24	58,38	60,81		1238,91	452,33	281,36	566,20	
			91,15	91,69				2411,88	2589,04
			90,99	77,46				403,92	257,42

ANNEXE C

DONNÉES PHYSIOLOGIQUES AU TRAVAIL								
Dép moy	dép min	dép max	VO2 Travail	VO2 Travail	VO2 Travail	% ÉNG Vo2	% ÉNG Vo2	% ÉNG Vo2
kcal/min	kcal/min	kcal/min	moy	min	max	min	max	moy
1,37	0,87	2,63	4,70	2,98	9,01	8,57	25,96	13,55
3,86	1,40	9,77	10,94	3,98	27,69	7,64	53,15	20,99
3,91	1,31	10,19	11,34	3,80	29,57	9,92	77,20	29,62
1,78	1,95	7,43	4,31	4,72	17,95	8,82	33,55	8,05
2,01	1,31	11,95	5,19	3,38	30,86	7,53	68,74	11,55
2,15	1,51	4,27	5,49	3,86	10,88	7,67	21,63	10,92
1,81	1,62	9,56	4,15	3,73	21,97	10,19	60,02	11,35
5,15	2,65	10,28	13,13	6,77	26,22	15,64	60,55	30,32
3,03	0,77	12,58	7,92	2,02	32,87	5,05	82,38	19,86
4,32	1,54	15,01	10,66	3,80	37,05	9,00	87,80	25,27
5,97	2,36	10,51	12,59	4,98	22,15	11,38	50,58	28,74
1,88	1,21	9,52	5,60	3,62	28,40	6,47	50,71	10,00
1,74	1,18	3,38	4,54	3,07	8,81	6,42	18,43	9,49
3,35	0,55	10,86	7,77	1,28	25,21	2,48	48,95	15,09
2,92	0,44	9,16	8,79	1,32	27,61	2,81	58,75	18,71
6,29	1,31	10,40	18,34	3,82	30,31	12,08	95,93	58,03
8,45	4,78	12,19	17,27	9,77	24,92	24,80	63,25	43,83
2,18	1,59	4,10	5,52	4,03	10,38	7,35	18,95	10,08
5,22	1,90	12,31	16,76	6,11	39,58	12,97	84,03	35,59
2,29	1,47	5,22	5,52	3,54	12,59	6,79	24,11	10,58

ANNEXE D

DONNÉES VO ₂ max LABO		
VO ₂ max LABO	MAX FC LABO	FC REPOS
34,70	179	65
52,10	193	75
38,30	197	75
53,50	186	60
44,90	157	46
50,30	179	52
36,60	172	59
43,30	191	63
39,90	199	78
42,20	202	85
43,80	179	68
56,00	203	75
47,80	185	57
51,50	181	60
47,00	196	72
31,60	192	70
39,40	176	62
54,80	170	55
47,10	165	63
52,20	192	69

ANNEXE E

Pourcentage de DÉ , et pourcentage de temps total, travaillés à des Fc > 100 bpm/min au cours de la journée au travail, selon les niveaux d'enseignement

Niveau Sujets	Moyenne Fc ≥100 bpm	% Fc max	VO ₂ (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	DÉ % VO _{2max}	% temps travail	¹ Temps min
Prim						
1	95,38 *	53%	6,10	17,59%	9%	30
2	109,83	57%	21,88	42,00%	3%	10
3	105,90	54%	16,25	42,44%	38%	125
4	109,86	59%	8,91	16,65%	9%	30
5	100,04	64%	14,12	31,46%	15%	50
6	83,64 *	47%	8,67	17,25%	9%	30
7	106,29	62%	8,07	22,05%	31%	105
Moy	101,56	56%	12,00	27,06%	16,29%	54,29
É.T	46,15	5	9,64	19,93	7,25	43,44
Sec						
8	110,05	58%	17,40	40,17%	50%	165
9	102,25	51%	13,62	34,13%	26%	85
10	115,82	57%	17,00	40,29%	26%	85
11	102,93	58%	17,57	40,13%	12%	40
12	120,77	59%	11,32	20,21%	38%	125
13	102,57	55%	8,92	18,65%	6%	20
14	109,83	53%	7,77	40,17%	3%	10
15	110,03	56%	18,52	39,41%	9%	30
Moy	109,28	56%	14,01	34,15%	21,25%	70,00
É.T	40,65	2,62	9,21	19,93	15,51	51,36
Collg						
16	155,17	81%	21,08	66,70%	57%	190
17	101,45	58%	18,71	47,50%	44%	145
18	109,83	65%	16,04	29,28%	3%	10
19	126,71	77%	30,99	65,80%	15%	50
20	103,91	54%	9,45	18,11%	12%	40
Moy	119,42	66,80%	19,26	45,48%	26,20%	87,00
É.T	22,28	11,68	7,87	21,67	23,08	76,62

* sujets avec Fc < 100 toute la journée.

¹ Le temps d'enregistrement : moyenne 320 min, maximum 430 min et minimum 210 min